

**ALTERNATIF PENGOLAHAN LIMBAH DI SEKITAR SUNGAI  
JUMBLENG SURAKARTA**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**OKTAVIA KURNIANINGSIH**

**D 100 160 052**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ALTERNATIF PENGOLAHAN LIMBAH DI SEKITAR SUNGAI  
JUMBLENG SURAKARTA**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**OKTAVIA KURNIANINGSIH**

**D 100 160 052**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



**Gurawan Diati Wibowo, S.T., M.Eng.**

**NIK. 782**

HALAMAN PENGESAHAN

**ALTERNATIF PENGOLAHAN LIMBAH DI SEKITAR SUNGAI  
JUMBLENG SURAKARTA**

OLEH

**OKTAVIA KURNIANINGSIH**

**D 100 160 052**

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik jurusan Teknik Sipil  
Universitas Muhammdiyah Surakarta  
Pada hari  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji

1. Gurawan Djati Wibowo, S.T., M.Eng. (.....)  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Jaji Abdurrosyid, S.T., MT. (.....)  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Purwanti Sri Pudyastuti, S.T., MSc.. (.....)  
(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,



**Irfan Sunardjono, M.T., PhD.**

**NIK. 682**

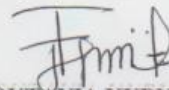
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 11 Agustus 2017

Penulis



**OKTAVIA KURNIANINGSIH**

D 100 160 052

# ALTERNATIF PENGOLAHAN LIMBAH DI SEKITAR SUNGAI JUMBLENG SURAKARTA

## Abstrak

Aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya terkadang menyebabkan terjadinya pencemaran air. Kondisi ini akan mengakibatkan semua bahan tercemar yang terlarut dalam bentuk limbah akan masuk ke sungai. Sungai Jumbleng merupakan salah satu sumber air yang telah tercemar. Pencemaran air yang dialami ini adalah akibat dari buangan limbah pabrik tahu sekitar sungai. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian kualitas dan alternatif penanganan dari limbah cair pabrik tahu tersebut. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kandungan sifat fisik maupun kimia pada limbah tahu sekitar sungai, Mengetahui pengaruh waktu genangan terhadap penurunan COD, BOD dan TSS pada *constructed wetlands*. Melakukan percobaan sederhana reaktor biogas berikut pengaruh penurunan COD, BOD dan TSS dan desain IPAL limbah tahu, serta mendesain IPAL agar diketahui langkah pengelolaan limbah tahu. Hasil penelitian di dapat sifat fisik limbah tahu : berbau, berwarna keruh. Sifat kimia limbah tahu : pH (3), COD ( 576,38 mg/L), BOD (309,87 mg/L), TSS (260 mg/L). Penurunan limbah hasil media *wetlands* media tanah dan tanaman dengan waktu genangan 5 hari mengalami penurunan paling rendah sedangkan media kerikil dengan waktu genangan 15 hari mengalami penurunan kadar limbah yang paling besar. Pada limbah tahu dengan reaktor biogas sederhana juga mengalami penurunan kadar limbahnya dan kadar TSS yang mengalami penurunan paling besar. Desain IPAL limbah tahu melalui 5 tahapan : bak pemisah minyak, bak penampungan limbah cair, bak anaerobik, bak aerobik, dan bak penjernihan.

**Kata kunci:** Limbah tahu, kontruksi wetland, reaktor biogas sederhana, desain IPAL.

## Abstract

The human being to meet the needs of life is sometimes cause water pollution. This condition will result in all of the ingredients are dissolved in the form of contaminated waste going into rivers. The Jumbleng is one of sources of water that has been polluted. Pollution of water that experienced this a result of waste the factory tofu around the river. Therefore to do research quality and alternative treatment from waste the factory tofu. The purpose of this study to determine the content of the physical properties and chemical on waste know about rivers. Know the influence of time puddle to a decrease in COD, BOD and TSS of constructed wetland. Doing experiments a simple reactor biogas and the influence of the decline in COD, BOD and TSS and the design of the IPAL waste tofu, as well as designing the processing waste tofu. The results obtained the physical properties of waste tofu : smell and color cloudy. The chemical characteristics : pH (3), COD ( 576,38 mg/L), BOD (309,87 mg/L), TSS (260 mg/L). The drop of waste the constructed wetlands by soil and plant with a pool 5 days in the lowest while by gravel with a poll 15 days in the highest. In the waste tofu to biogas reactor simple also decreased levels of waste and levels of TSS have the greatest decline. The design of the IPAL waste tofu through five stages : a tub separation of oil, a tub the liquid waste, a tub anaerobic, a tub aerobic a tub rarefaction.

**Keyword :** Tofu waste, constructed wetland, simple biogas reactor, design IPAL.

## 1. PENDAHULUAN

Aktivitas manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya terkadang menyebabkan terjadinya pencemaran air. Melihat kondisi tersebut penanganan air kotor tidak bisa dipandang sebelah mata artinya pengolahan air kotor merupakan tanggungjawab bersama untuk segera ditangani secara baik dan berkelanjutan. Sungai merupakan tempat akumulasi pembuangan limbah dari berbagai kegiatan manusia. Kondisi ini akan mengakibatkan semua bahan tercemar yang terlarut dalam bentuk limbah akan masuk ke dalam aliran sungai. Sungai Jumbleng merupakan salah satu sumber air yang telah tercemar. Pencemaran air yang dialami ini adalah akibat dari buangan limbah pabrik tahu sekitar sungai. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian kualitas dan alternatif penanganan dari limbah cair pabrik tahu tersebut.

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah mengetahui kandungan sifat fisik maupun sifat kimia pada limbah tahu, mengetahui pengaruh waktu genangan terhadap penurunan COD, BOD dan TSS pada *constructed wetlands*, melakukan percobaan sederhana reaktor biogas berikut pengaruh penurunan COD, BOD dan TSS dan desain IPAL limbah tahu.

Penelitian yang pernah dilakukan berkaitan dengan limbah, Supradata (2005) melakukan penelitian pengolahan limbah domestik menggunakan tanaman hias *Cyperus Alternifolius* dalam sistem lahan basah buatan aliran bawah permukaan (SSF – Wetlands). Hasil penelitian menunjukkan tanaman hias jenis ini memiliki kinerja yang cukup baik dalam pengolahan limbah rumah tangga. Penurunan konsentrasi BOD dan COD terkait dengan aktivitas mikroorganisme sedangkan penurunan TSS lebih disebabkan oleh proses fisika.

## 2. METODE

Dalam penelitian ini terdapat 3 perencanaan dalam melakukan penelitian. Perencanaan pertama adalah membuat *constructed wetlands*. Pembuatan *constructed wetlands* dengan menggunakan 3 media yaitu media tanah dan tanaman *cattail*, media pasir, dan media kerikil. Limbah cair di alirkan ke *constructed wetlands* dengan waktu genangan 5 hari, 10 hari, dan 15 hari kemudian kandungan kadar COD, BOD dan TSS.

Perencanaan kedua dengan membuat reaktor biogas sederhana. Pembuatan reaktor biogas untuk mengeluarkan kandungan gas metannya. Pengendapan biogas dengan 10 hari kemudian di keluarkan gasnya, selanjutnya di uji kadar COD, BOD dan TSS. Perencanaan ketiga dengan membuat desain IPAL supaya mengetahui cara pengolahan limbah tahu supaya aman saat dibuang di sungai.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji laboratorium kualitas awal limbah tahu di sekitar Sungai Jumleng Surakarta.

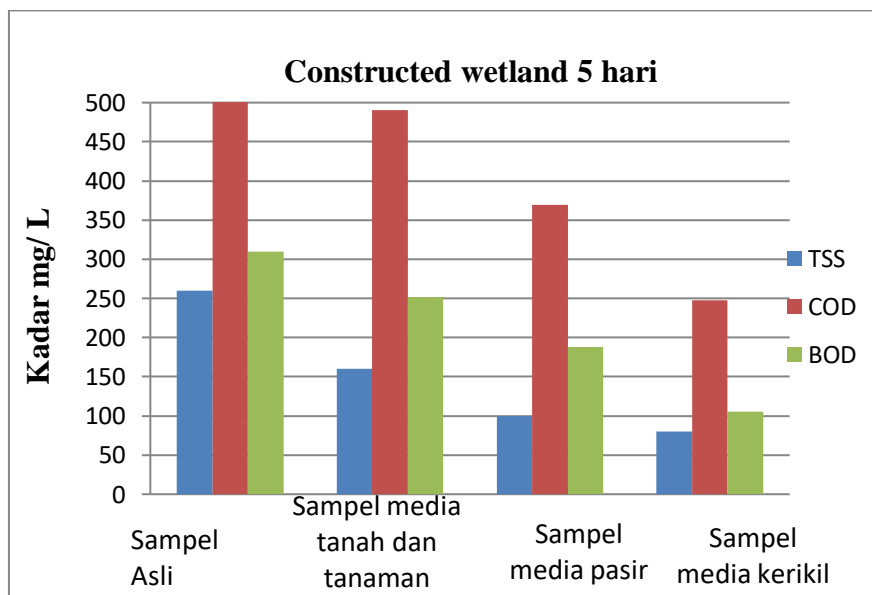
Tabel 3.1 Kualitas awal limbah tahu di sekitar Sungai Jumleng Surakarta

Nomer	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu Air Sungai
1	pH		3.00	6-9
2	COD	mg/ L	576.38	275
3	BOD	mg/ L	309.87	150
4	TSS	mg/ L	260.00	100

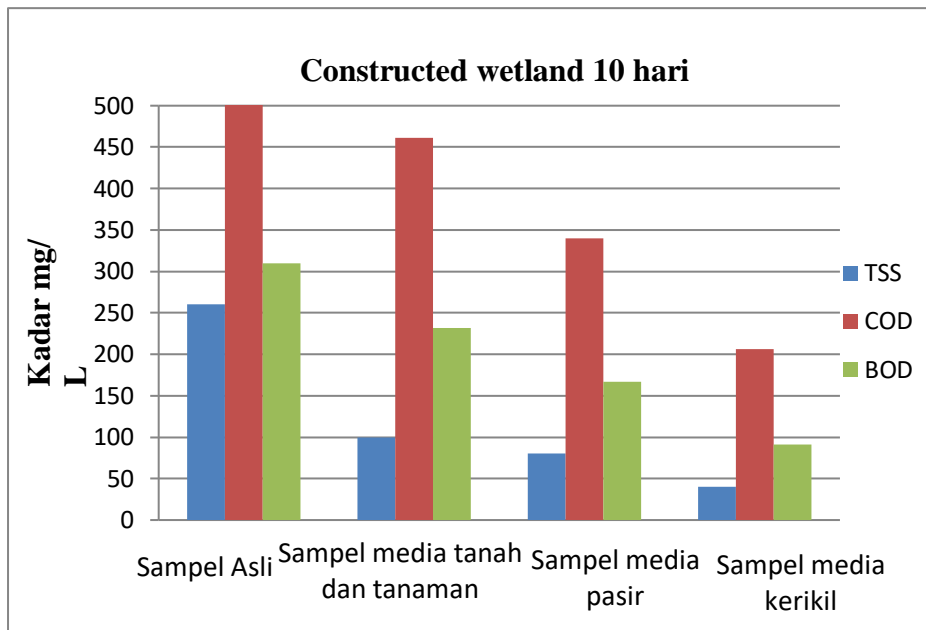
Sumber: Data primer

Bedasarkan diatas, dapat diketahui bahwa limbah tahu di sekitar sungai Jumleng tidak layak dibuang langsung ke perairan karena nilai BOD, COD, TSS dan pH nya melebihi baku air sungai. Dengan demikian limbah perlu diberi perlakuan sebelum dibuang ke sungai. Pada penelitian ini sampel limbah tahu dialirkan melalui sistem *constructed wetland* menggunakan tanaman *cattail*. Perlakuan lainnya adalah limbah tahu di tamping di reaktor biogas sederhana.

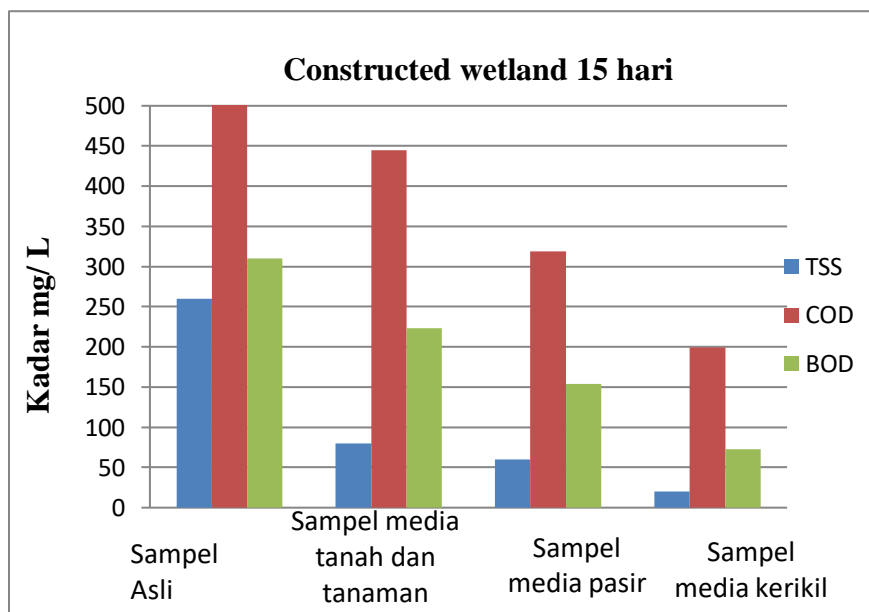
#### 3.1 Uji COD, BOD dan TSS Terhadap Variasi Waktu Penanaman



Gambar 3.1 Penurunan Kadar COD, BOD dan TSS pada semua media 5 hari



Gambar 3.2 Penurunan Kadar COD, BOD dan TSS pada semua media 10 hari



Gambar 3.3 Penurunan Kadar COD, BOD dan TSS pada semua media 15 hari

### 3.2 Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Dari gambar diatas menunjukan bahwa penurunan konsentrasi COD tertinggi pada waktu tinggal 15 hari sedangkan penurunan terendah terjadi pada waktu tinggal 5 hari. Nilai COD dalam air limbah menunjukkan besarnya kebutuhan oksigen total yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam air limbah secara kimia. Adanya aktivitas mikroorganisme dalam reaktor yang mendegradasi sebagian besar bahan organik dalam air limbah, tentu akan mempengaruhi konsentrasi COD pada awal penelitian.



### **3.3 Kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*)**

BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa organik yang ada Dalam limbah. Penurunan BOD tertinggi juga terjadi pada waktu tinggal 15 hari. Sedangkan penurunan terendah pada waktu tinggal 5 hari. Pengaruh waktu tinggal juga berperan dalam proses penurunan kandungan limbah. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa kecenderungan penurunan konsentrasi COD yang sejalan dengan penurunan konsentrasi BOD mengindikasikan bahwa bahan organik yang terkandung dalam air limbah sebagian besar merupakan bahan organik yang bersifat *biodegradable* (dapat terdegradasi secara biologis). Proses fotosintesis pada tanaman air (*hydrophyta*), memungkinkan adanya pelepasan oksigen pada daerah sekitar perakaran (zona *rhizosphere*). Dengan kondisi zona *rhizosphere* yang kaya akan oksigen, menyebabkan perkembangan bakteri aerob di zona tersebut. Kecenderungan penurunan bahan organik dari hasil percobaan.

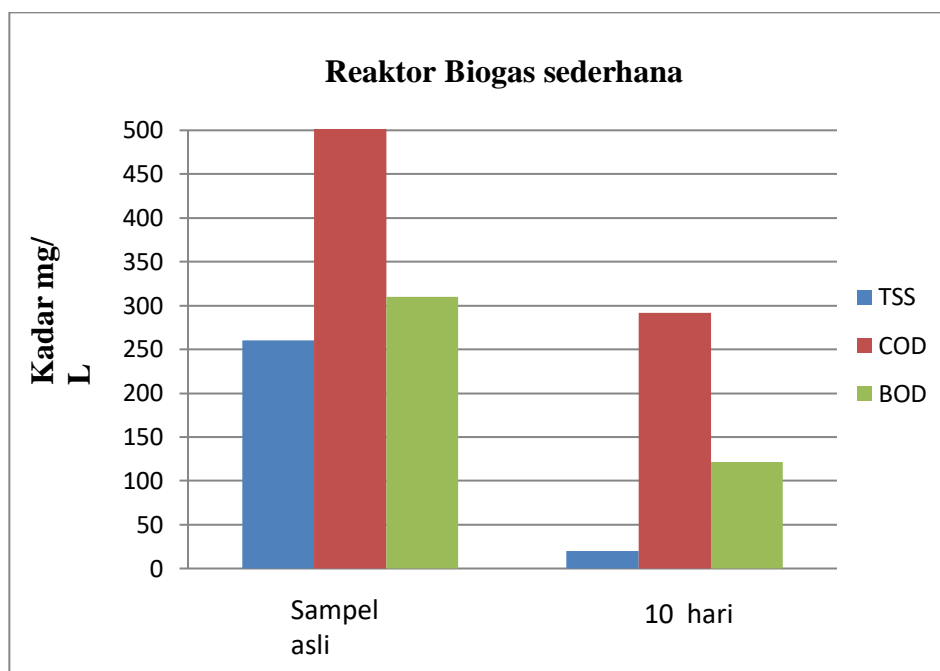
### **3.4 Kadar TSS (*Total Suspended Solid*)**

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. TSS umumnya dihilangkan dengan flokulasi dan penyaringan. TSS memberikan kontribusi untuk kekeruhan. Penurunan prosentase tertinggi pada waktu tinggal 15 hari, sedangkan penurunan konsentrasi terendah pada waktu tinggal 5 hari. Bahan organik yang berbentuk padatan akan tertahan dalam media *wetland* melalui mekanisme filtrasi dan sedimentasi.

### **3.5 Sistem *Constructed Wetlands***

Sistem *constructed wetland* terdiri atas tiga media yaitu tanah, pasir dan kerikil. Pertama aliran air limbah di alirkan dari lapisan teratas yaitu tanah, selanjutnya mengalir ke media pasir dan kerikil. Hal itu disebabkan aliran seperti aliran air tanah dimana air limbah mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah. Aliran limbah tahu yang melalui tanaman dan tanah di saring kemudian mengalir ke kerikil juga terjadi penyaringan sampai akhirnya pada media kerikil, sehingga kerikil penurunan lebih tinggi dari pada tanaman maupun pasir.

### 3.6 Penurunan Limbah Tahu dengan Reaktor Biogas Sederhana



Gambar 3.4 Penurunan Kadar COD, BOD dan TSS pada biogas

Limbah cair tahu mengandung bahan organik berupa protein. Proses penguraian senyawa protein menjadi gas metana secara anaerobik. Pada tahap hidolisis protein di enzimatik secara eksternal oleh enzim peptida dan tripeptida, selanjutnya pada tahap asidifikasi. Pada tahap asidifikasi ini bakteri menghasilkan asam. Pembentukan asam pada kondisi anaerobik tersebut penting untuk pembentukan gas metana. Dari proses tersebut akan menghasilkan gas metana, karbondioksida dan amoniak. Terbentuknya biogas akan mempengaruhi penurunan COD dan BOD. Sedangkan penurunan konsentrasi TSS dikarenakan lamanya waktu yang menyebabkan pengendapan limbah.

### 3.7 Prediksi lama genangan di constructed wetland untuk lolos baku mutu air sungai

Tabel 3.2 Analisis variasi penanaman ke baku mutu air sungai kadar COD pada media tanaman dan tanah

Nomer	X (hari)	COD (mg/L)	Persamaan regresi $-4.5512X+511.08$
1	5	490.43	488.32
2	10	461.36	465.56
3	15	444.92	442.81

Dari hasil persamaan regresi di dapatkan penentuan waktu pengolahan 52 hari sehingga memenuhi baku mutu air limbah industri tahu untuk kadar COD 275 mg/L

Tabel 3.3 Analisis variasi penanaman ke baku mutu air sungai kadar BOD pada media tanaman dan tanah

Nomer	X (hari)	BOD (mg/L)	Persamaan regresi $-2.851X+263.9$
1	5	251.67	249.64
2	10	231.52	235.3
3	15	223.15	221.13

Dari hasil persamaan regresi di dapatkan penentuan waktu pengolahan 40 hari sehingga memenuhi baku mutu air limbah industri tahu untuk kadar BOD 150 mg/ L.

Tabel 3.4 Analisis variasi penanaman ke baku mutu air sungai kadar COD pada media pasir

Nomer	X (hari)	COD (mg/L)	Persamaan regresi $-5.056x+393.1$
1	5	369.088	367.82
2	10	340.016	342.54
3	15	318.528	317.26

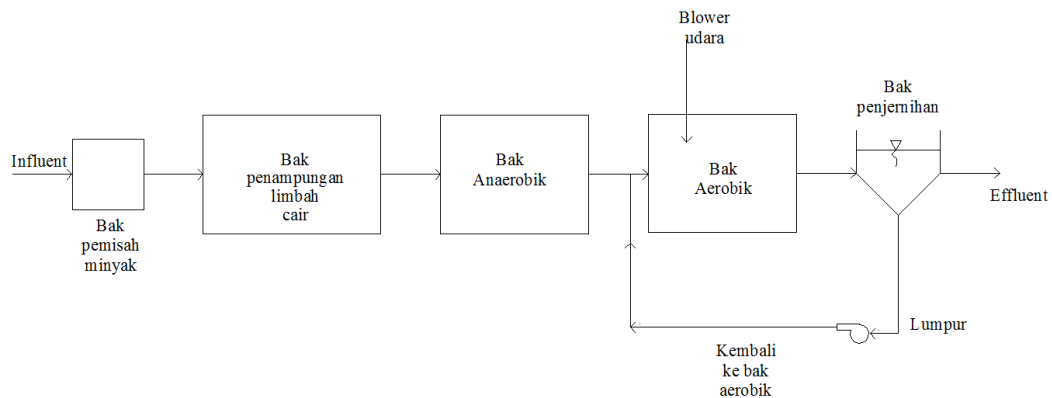
Dari hasil persamaan regresi di dapatkan penentuan waktu pengolahan 23 hari sehingga memenuhi baku mutu air limbah industri tahu untuk kadar COD 275 mg/ L.

Tabel 3.5 Analisis variasi penanaman ke baku mutu air sungai kadar BOD pada media pasir

Nomer	X (hari)	BOD (mg/L)	Persamaan regresi $-3.447X+204.1$
1	5	188.3569392	186.865
2	10	166.7062879	169.63
3	15	153.8828813	152.395

Dari hasil persamaan regresi di dapatkan penentuan waktu 16 hari pengolahan hari sehingga memenuhi baku mutu air limbah industri tahu untuk kadar BOD 150 mg/ L.

### 3.8 Desain IPAL dengan kombinasi biofilter anaerobik – aerobik



Gambar 3.5 Desain pengolahan limbah cair tahu

Unit reaktor pengolahan lanjut terdiri dari 5 (lima) buah ruangan, yakni ruangan pertama adalah bak pemisah minyak yang berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel tersuspensi yang masih terbawa dan juga sebagai bak pengurai. Ruangan ke dua yakni bak penampungan limbah cair dan ke tiga merupakan zona anaerobik (tanpa udara). Bak ke empat adalah bak aerobik dan terakhir adalah bak penjernihan. Air limbah masuk ke ruangan ke tiga melalui bagian atas dengan arah aliran dari atas ke bawah dan kemudian masuk ke ruangan ke empat dengan arah aliran dari bawah ke atas. Penguraian anaerobik menghasilkan lebih sedikit lumpur. Selanjutnya air limpasan dari ruangan ke empat (zona anaerob) masuk ke ruangan ke lima.

Di dalam ruangan ke empat tersebut juga diisi dengan media plastik sarang tawon sambil dihembus dengan udara. Udara yang digunakan disuplai dengan menggunakan blower. Ruangan ke empat ini disebut dengan zona aerobik. Dari zona aerobik air limbah masuk ke ruangan ke lima melalui bagian bawah. Ruangan ke lima tersebut berfungsi sebagai bak penjernihan. Air limbah pada bak penjernihan sebagian disirkulasikan kembali ke ruang bak aerobik karena masih mengandung sedikit lumpur dengan menggunakan pompa. Air limpasan dari bak penjernihan adalah merupakan air olahan yang dapat sudah dapat dibuang ke saluran umum.

## 4. PENUTUP

Hasil penelitian menunjukkan beberapa kesimpulan. Pertama Sifat fisik limbah tahu : berbau, berwarna keruh dan sifat kimia limbah tahu : pH (3), COD ( 576,38 mg/L), BOD (309,87 mg/L), TSS (260 mg/L). Kedua penurunan limbah hasil media *wetlands*, berdasarkan hasil laboratorium di dapatkan bahwa dari ketiga jenis media dan lamanya waktu genangan media tanah dan tanaman menunjukkan terjadinya penurunan COD, BOD, dan TSS yang paling rendah dengan waktu genangan 5 hari, sedangkan media kerikil menunjukkan terjadinya peurunan COD, BOD dan TSS

paling besar dengan waktu genangan 15 hari. Ketiga penurunan limbah tahu dari reaktor biogas sederhana di dapatkam hasil bahwa terjadi penurunan COD, BOD, TSS dan TSS mengalami penurunan yang paling besar, selanjutnya desain IPAL limbah tahu melalui 5 tahapan : bak pemisah minyak, bak penampungan limbah cair, bak anaerobik, bak aerobik, dan bak penjernihan.

Untuk penelitian selajutnya, dapat dilakukan variasi jenis limbah lain dan jenis tanamannya, diperlukan waktu genangan lebih dari 15 hari pada media wetland dan 10 hari pada reaktor biogas agar limbah bisa aman saat di buang ke perairan, dilakukan pengolahan sisa rekator biogas, untuk desain IPAL supaya di terapkan langsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Ningsih dan Prasetya, Ekawati. 2013. *Analisis Kualitas Air Sungai di Kecamatan Paguyaman Kabupaten Boalemo*. Fakultas Ilmu- ilmu Kesehatan dan Keolahragaan. Universitas Negeri Gorontalo.
- Chotimmah, Siti. 2010. *Pembuatan Biogas Dari Limbah Makanan Dengan Variasi dan Suhu Subtrat dalam Biodigester Anaerob*. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Hidayah, E.N dan Aditia, W. 2010. *Potensi dan Pengaruh Tanaman Pada Pengolahan Air Limbah Domestik Dengan Sistem Constucted Wetland*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.2.No.2
- Januar, Arief. 2010. *Evaluasi Fungsi Stuktur Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Mojosoongo*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Kurnianingsih, Oktavia. 2014. *Praktikum Rekayasa Lingkungan dan Penyehatan*. Program Studi Teknik Sipil Infrastruktur Perkotaan. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Kurniawan,A.D. 2011 .*Stategi Pengembangan Pengolahan Air Limbah Perkotaan (Studi Kasus IPAL Semanggi Kota Surakarta)*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Kusuryani, Yanni dan Kosasih. 2015. *Media Rumen Untuk Meningkatkan Produksi Gas Metana Batubara*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi.
- Mubin, Fathul. Binilang, Alex dan Halim, Fuad. 2016. *Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Istiqal Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik Vol.4.No.3. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Mufidah, Sholichin, dan Cahyani. 2014. *Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dengan Menggunakan Kombinasi Sistem Anaerobik- Aerobik Pada Limbah Tahu “Duta “*. Malang.Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.
- Muhajir,M.S. 2013. *Penurunan Limbah Cair BOD dan COD Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (Typha Angustifolia) Dengan Sistem Constructed Wetland*. Jurusan Kimia. Fakultas MIPA. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Octniawan, Doddy. 2012. *Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Menggunakan Rotary Biological Contactor (RBC)*. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Surabaya.

- Pairunan, Toban.2012. *Perangkat Lunak Pendukung Keputusan Analisis Pengolahan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air Sungai*. Program Studi Teknik Elektro.Universitas Negeri Manado
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomer 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Peraturan Pemerintah Nomer 82 Tahun 2001 Tentang Baku Mutu Air Sungai.
- Said, Nusa. Indriatmoko, Haryoto dan Herlambang, Arie. 1997. *Teknologi Pengolahan Tahu – Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob*. Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih dan Limbah Cair. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta Pusat.
- Setiawan, Budi. 2014. *Pengelompokan Limbah Berdasarkan Bentuk dan Wujudnya*. Ilmu Lingkungan.
- Subekti, Sri. 2011. *Pengolahan Limbah Cair Tahu Menjadi Biogas Sebagai Bahan Bakar Alternatif*. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UNPAD, Semarang.
- Sugiharto,1987. *Dasar Dasar Pengolahan Limbah*,UI-Press: Jakarta.
- Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus Alternifolius Dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan*. Program Pascasarjana. Universitas Diponegoro. Semarang.